КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
Факультет радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

Кафедра фізичної електроніки

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан

________________ Андрій Нетреба

« ____ » ___________ 2023 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Спеціальні розділи фізики плазми
для студентів

галузь знань	10 «Природничі науки»
спеціальність	105 «Прикладна фізика та наноматеріали»
рівень вищої освіти	другий (магістерський)
освітня програма	«Прикладна фізика та наноматеріали»
вид дисципліни	вибіркова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2024/2025
Семестр	4
Кількість кредитів ECTS	4
Мова викладання	українська
Форма заключного контролю	залік

Викладачі
Черняк Валерій Якович, д.ф.-м.н, проф., професор кафедри фізичної електроніки
Веклич Анатолій Миколайович, д.ф.-м.н., професор, завідувач кафедри фізичної електроніки

Пролонговано: на 20__/20__ н. р. ___________ (________________) « ___ » ________ 20__ р.

на 20__/20__ н. р. ___________ (________________) « ___ » ________20__ р.

КИЇВ 2023

Розробники:
Черняк Валерій Якович, д.ф.-м.н, проф., професор кафедри фізичної електроніки
Веклич Анатолій Миколайович, д.ф.-м.н., професор, завідувач кафедри фізичної електроніки;

Завідувач кафедри фізичної електроніки

______________________Анатолій ВЕКЛИЧ

Протокол № 34 від « 29 » червня 2023 р.

Схвалено науково-методичною комісією факультету радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

Протокол № ___ від « ___ » _____________ 2023 р.

Голова науково-методичної комісії Сергій РАДЧЕНКО

« ___ » _____________ 2023 року.

ВСТУП

1. Мета дисципліни – ознайомлення студентів з основними явищами, що характеризують процеси генерації нерівноважної та рівноважної плазми, а також можливими практичними й технологічними застосуваннями цих явищ.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

Навчальна дисципліна «Спеціальні розділи фізики плазми» базується на обов'язкових дисциплінах бакалавра відповідної спеціальності, що входять до циклів вищої математики («Методи математичного аналізу», «Диференційні рівняння та теорія ймовірностей», «Методи математичної фізики»), загальної та теоретичної фізика», («Механіка», «Електрика і магнетизм», «Оптика», «Електродинаміка, «Термодинаміка», «Квантова механіка»), радіоелектроніки («Радіотехнічні кола та сигнали», «Радіоелектроніка»), а також спецкурсів («Основи фізичної електроніки», «Фізика плазми та плазмові технології», «Теорія плазми»).

Попередні вимоги:

студент повинен знати: основні закони, рівняння та співвідношення загальної та теоретичної фізики, радіоелектроніки, теорії коливань і хвиль, фізики плазми;

студент повинен вміти: користуватися апаратом вищої математики (математичний аналіз, лінійна алгебра, диференціальні рівняння, рівняння математичної фізики).

3. Анотація навчальної дисципліни:

Вивчення дисципліни «Спеціальні розділи фізики плазми» дозоляє зрозуміти механізми та явища, які мають місце у процесах генерації як нерівноважної, так і рівноважної плазми, а також можливих сучасних та перспективних застосуваннях такої плазми у різних областях техніки й технологій.

4. Завдання навчальної дисципліни (навчальні цілі):

1. Засвоєння основних понять, що характеризують рівноважну та нерівноважну плазму.
2. Розуміння зв'язку між властивостями плазми й технологічними особливостями її застосування.
3. Уміння застосовувати основні відомості курсу у професійній діяльності, розвиток у аналітичного мислення та наукового підходу.
4. Уміння розв'язувати (аналітично або числовими методами) задачі з урахуванням обраної термодинамічної моделі плазми.

Дисципліна спрямована на формування програмних компетентностей:

ЗК 4. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК 9. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ФК1. Здатність брати участь у складанні запитів на виконання наукових та науково-технічних проєктів, в тому числі і міжнародних.

ФК10. Здатність розуміти і використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу станів та властивостей фізичних систем

ФК11. Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та математичного моделювання для опису фізичних об'єктів, пристроїв та процесів.

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1, знати; 2, вміти; 3, комунікація; 4, автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1	**знати**:	лекційні заняття з використанням мультимедійних технологій	письмові модульні контрольні роботи	до 45
1.1	Методи дослідження плазми надзвукових сильно іонізованих потоків (оптичні та зондові).			
1.2	Електричні газові розряди для генерації нерівноважної плазми атмосферного тиску.			
1.3	Плазмохімічні і плазмо-каталітичні технології.			
1.4	Плазмові технології у водневій енергетиці.			
1.5	Плазмові технології очищення води, переробки сміття, синтезу наноматеріалів та оптично активних речовин.		МКР1	
1.6	Модель локальної термодинамічної рівноваги термічної плазми.			
1.7	Процеси перенесення в плазмі електродуго-вих розрядів з домішками металевої пари.			
1.8	Особливості діагностики плазми електро-дугового розряду з домішками парів металу.			
1.9	Методи розрахунку компонентного складу рівноважної плазми електродугового розряду			
1.10	Особливості оцінки ерозійної стійкості мате-ріалу електродів дугового розряду		МКР2	
2	**вміти**:	лекційні заняття	письмові модульні контрольні роботи	до 45
2.1	Пояснювати принципи взаємодії надзвукових газових та плазмових струменів з нейтраль-ним газом; нерівноважність плазми зануре-них в нейтральний газ плазмових потоків.			
2.2	Розрізняти методи генерації рівноважної та нерівноважної плазми.			
2.3	Пояснювати властивості термічної плазми електродугових розрядів.			
3	**комунікація:**	лекційні заняття	письмові модульні контрольні роботи, залік	до 5
3.1	Здатність грамотно будувати наукову комунікацію як в усній, так і письмовій формах, підбирати правильну термінологію			
4	**автономність та відповідальність:**	лекційні заняття	залік	до 5
4.1	Здатність до самостійного пошуку наукової літератури або інших джерел інформації для розв’язання поставленої перед студентом задачі			

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання:

Програмні результати навчання	Результати навчання дисципліни														
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10	2.1	2.2	2.3	3.1	4.1
ПРН 1. Глибокі знання в галузі сучасної прикладної фізики і фізики наноматеріалів.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				+	
ПРН 6. Знаходити і аналізувати науково-технічну інформацію з різних джерел з використанням сучасних інформаційних технологій	+	+	+	+	+					+					+
ПРН 11. Розробляти фізичні основи створення нових приладів, апаратури, обладнання, матеріалів, речовини, технологій.											+	+	+		
ПРН 17. Об'єктивна самооцінка отриманих результатів та спроможність забезпечувати їх надійність											+	+	+		
ПРН 19. Проводити наукові дослідження в галузі прикладної фізики та ефективно використовувати результати для вирішення комплексних проблем або вивчення складних явищ на основі інтердисциплінарних знань											+	+	+	+	+

7. Схема формування оцінки

7.1. Форми оцінювання

Рівень досягнення всіх запланованих результатів навчання визначається за результатами написання письмових контрольних робіт. Внесок результатів навчання у підсумкову оцінку, за умови їх опанування на належному рівні:

- результати навчання 1.1 – 1.10 [**знання**] – до 45 %;
- результат навчання 2.1 – 2.3 [**вміння**] – до 45%;
- результат навчання 3.1 [**комунікація**] – до 5%;
- результат навчання 4.1 [**автономність та відповідальність**] – до 5%.

Форми оцінювання:

- **семестрове оцінювання**: протягом семестру передбачено проведення двох письмових модульних контрольних робіт з лекційного матеріалу, за кожну з них нараховується максимум 30 балів. Максимальна кількість балів, яка може бути нарахована студенту протягом семестру - 60 балів.
- **підсумкове оцінювання (у формі заліку):** 2 теоретичні питання, кожне з яких оцінюється від 0 до 20 балів
- **умови допуску до підсумкового заліку:** умовою допуску до заліку є отримання студентом не менше, ніж 35 балів.

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перескладання модульних контрольних робіт здійснюються відповідно до „Положення про організацію освітнього процесу у Київському національному університеті"

7.2. Організація оцінювання;

Оцінювання за формами контролю:

Семестрова робота	Кількість балів	
	Min.	Max.
Модульна контрольна робота 1	15	30
Модульна контрольна робота 2	15	30

Орієнтований графік оцінювання:

Форма оцінювання	Орієнтовний період для здійснення відповідної форми оцінювання
Модульна контрольна робота 1	квітень
Модульна контрольна робота 2	квітень
Залік	травень

Розрахунок балів, які отримують при успішній здачі заліку:

Значення	Модульні контрольні роботи	Залік	Підсумкова оцінка
Мінімум	30	30	60
Максимум	60	40	100

7.3. Шкала відповідності оцінок

Оцінка (за національною шкалою) / National grade	Рівень досягнень, % / Marks, %
Зараховано / Passed	60-100%
Не зараховано / Fail	0-59%

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекційних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Лекції	Самостійна робота
	Змістовний модуль 1. Генерація нерівноважної плазми		
1	Методи дослідження плазми надзвукових сильно іонізованих потоків (оптичні та зондові). Взаємодія надзвукових газових та плазмових струменів з нейтральним газом. Нерівноважність плазми занурених в нейтральний газ плазмових потоків.	2	4
2	Керований термоядерний синтез - традиційні та альтернативні підходи. Кумулятивні плазмові системи з колапсом ударних хвиль (УХ): системи „Байкал”, „Ангара”, з подвійними імпульсами, із збіжно-розбіжними УХ).	2	4
3	Кульова блискавка в природі і в лабораторії. Плазма у вирі-шенні проблеми створення гіперзвукових літальних апаратів.	2	4
4	Іонізаційно-перегрівна нестійкість плазми. Електричні газові розряди для генерації нерівноважної плазми атмосферного тиску. Вторинні розряди з твердими і рідкими електродами: фізичні особливості, застосування.	2	4
5	Плазмохімічні і плазмо-каталітичні технології. Емісійна спектроскопія плазми молекулярних газів. Спектроскопія іонної рухливості, як метод дослідження іонно-молекулярних реакцій.	2	4

6	Хімія процесів горіння. Плазмова активація горіння. «Зелені» технології в авіакосмічній галузі. «Зелена» енергетика.	2	4
7	Плазмові технології у водневій енергетиці. Хімія окиснення азоту. Синтез оксидів азоту в ВЧІ розряді.	2	4
8	Мікроплазма в плазмових технологіях медичної галузі. Агроплазмові технології.	2	4
9	Ініціювання хімічних процесів електронно-пучковою плазмою. Плазмові технології очищення води.	2	4
10	Плазмові технології переробки сміття Плазмові технології синтезу наноматеріалів та оптично активних речовин.	1	7
		19	**41**
	Модульна контрольна робота I		
	Змістовий модуль 2. Термічна плазма		
11	Вступ. Локальна термодинамічна рівновага термічної плазми. Ізотермічність такої плазми.	2	4
12	Процеси перенесення в плазмі електродугових розрядів.	2	4
13	Особливості діагностики плазми електродугового розряду з домішками парів металу.	2	4
14	Експериментальна перевірка рівноважності плазми електродугового розряду з домішками парів металу.	2	4
15	Розрахунок компонентного складу рівноважної термічної плазми електродугового розряду з домішками парів металу.	2	4
16	Емісійна спектроскопія плазми електродугового розряду з домішками парів металу.	2	4
17	Абсорбційна спектроскопія плазми електродугового розряду з домішками парів металу.	2	4
18	Діагностика неоднорідної термічної плазми електродугового розряду.	2	4
19	Особливість використання інтерферометра Фабрі-Перо в спектроскопії плазми електродугового розряду.	2	4
20	Низькотемпературна плазма електродугових розрядів між композитними електродами.	1	6
		19	**40**
	Модульна контрольна робота II		
Всього		**38**	**81**

Загальний обсяг **120** год., в тому числі:

- Лекції **38** год.
- Консультації **1** год.
- Самостійна робота **81** год.

9. Рекомендована література:

Частина І

1. L. J. Reinders The Fairy Tale of Nuclear Fusion//ISBN 978-3-030-64343-0 ISBN 978-3-030-64344-7 (eBook) https://doi.org/10.1007/978-3-030-64344-7 2021Springer Nature Switzerland AG 2021.- 628 p.
2. Alexander Fridman and Gary Friedman Plasma Medicine// This edition first published 2013 © 2013 John Wiley & Sons, Ltd.- 545 p.
3. K. Becker. Microplasmas: Scientific challenges, technological applications and limitations //Abstr. 16th Symp. on Application of Plasma Processes. Podbanske, Slovakia, January 20-25, 2007.-P.57-60.
4. В.Я. Черняк. Фізичні механізми керування нерівноважністю плазми в стаціонарних динамічних газорозрядних системах. Докт. дис. К., 2005.
5. Chernyak V., Kernazhitsky L., Naumov V., Puchkovska G., Yukhymenko V. UV-NIR spectroscopy of air plasma in transverse arc discharge//Journal of Molecular Structure. 744-747 (2005) 871-875.
6. Журнал "Український фізичний журнал". 2005-2021.
7. G.A. Eiceman, Z. Carpas. Ion mobillity spectrometer. London: Taylor@Francis, 2005.
8. Fridman A. Plasma Chemistry// Cambridge University Press 2008.-1022 p.
9. Becker K.H., Kogelschatz U., Schoenbach K.H., Barker R.J. Non-Equilibrium Air Plasmas at Atmospheric Pressure //IOP Institute of Physics Publiching Bristol and Pholadelphia LTD 2005.- 682 p.
10. Lieberman M.A., Lichtenberg A.J. Principles of plasma discharges and materials processing – NY: John Wiley& Sons, Inc.,- 1994.-565 p.
11. Левитський С.М. Вступ до фізичної електроніки: навчальний посібник.- К.: ВПЦ “Київський університет” 2001.- 172 с.

Частина ІІ

1. Веклич А.М. Мультимедійний курс «Спеціальні розділи фізики плазми. Частина ІІ» (Special chapters of plasma physics. Part II) К.: Видавнича лабораторія факультету радіофізики електроніки та комп’ютерних систем Київського національного університету імені Тараса Шевченка, 2021.- 67 с.
2. Veklich Anatoly. Thermal plasma of electric arc. Discharge between asymmetric electrodes. Lambert Academic Publishing, 2021, 64 pp.
3. Boretskij V., Fesenko S., Kleshich M., Kryachko L., Murmantsev A., Veklich A. Thermal plasma of electric arc discharge between carbon-based composite electrodes. The low-temperature plasma and its applications: Part I / Edited by Anisimov I., Kravchenko O., Veklich A. Lambert Academic Publishing (LAP), 2021, - P. 47–66.